



MERANCANG SEBAGAI TITIK TOLAK BELAJAR STRUKTUR DAN KONSTRUKSI BANGUNAN DENGAN KASUS BAHASAN MATA KULIAH AR 611 DI UK PETRA

Bisatya W. Maer
Jurusan Arsitektur U.K. Petra

Abstrak

Ada dua masalah pokok yang harus dipertimbangkan dalam proses belajar mengajar: pengetahuan apa yang paling berharga untuk dipelajari ?, dan bagaimana mengorganisasi bahan ajar agar mahasiswa dapat menguasai dengan baik? ¹² . Rancangan perkuliahan mencakup isi (subyek) dan organisasi kurikulum. Ketidak puasan akan hasil pengajaran struktur lebih dikarenakan pengorganisasian tidak dilakukan secara terpadu diantara mata kuliah struktur bangunan sendiri dan dengan kurikulum jurusan.

AR 611 mencoba pengajaran dengan menerapkan *problem-based learning*. Problem yang diberikan berupa perancangan bangunan, mengadopsi model studio perancangan. Beberapa kasus pengajaran AR 611 dalam tulisan ini menguraikan bentuk tugas dan proses belajar yang telah dilaksanakan selama 6 semester. Dengan menempatkan kasus kasus dalam “*table context sensitivity*” nya Frieling (2000) ¹¹ dapat dilihat secara lebih jelas bagaimana pengorganisasian perkuliahan struktur seperti ini bisa dikembangkan.

Kata kunci: struktur dan konstruksi bangunan, isi pengajaran, pengorganisasian pengajaran, terintegrasi, problem-based, perancangan, riset.

I. Pendahuluan.

Dalam sebuah institusi pendidikan, keberadaan kurikulum adalah mutlak sebagai inti dari kegiatan belajar mengajar. Kurikulum didefinisikan sebagai: rencana belajar (Ali 1992); rencana yang disusun untuk melancarkan proses belajar mengajar dibawah bimbingan dan tanggung jawab sekolah atau lembaga pendidikan beserta staf pengajarnya (Nasution 1999).

Sebelum 1981 Jurusan Arsitektur UK Petra (selanjutnya disebut Petra saja) menerapkan pendekatan kurikulum berdasarkan subyek (mata kuliah) untuk mengorganisasikan kurikulumnya. Kurikulum berisi mata kuliah-mata kuliah yang terpisah pisah (*separated subject curriculum*), bahan ajar disusun secara logis dan sistematis, dengan demikian mahasiswa dapat menerima disiplin ilmu pengetahuan sebanyak banyaknya^{1& 12}.



Sejak tahun 1981 sampai sekarang Petra menerapkan pendekatan kurikulum interdisiplin: *core/ inti*, dengan merancang sebagai inti, sedangkan mata kuliah-mata kuliah yang sejenis digabungkan. Pendekatan kurikulum inti dimaksudkan untuk menghilangkan atau mengurangi "sekat-sekat" antar mata kuliah dan mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu¹². Hal ini dilaksanakan dengan harapan terjadi integrasi yang baik antara mata kuliah diluar merancang dengan mata kuliah merancang, serta meningkatkan kemampuan mahasiswa mengintegrasikan pengetahuan pada saat melakukan perancangan.

Dalam kurikulum Petra ada beberapa pengelompokan mata kuliah, yaitu: kelompok inti yaitu merancang, kelompok pendukung sebagai kelompok yang secara langsung mendukung merancang, kelompok pelengkap, dan kelompok pilihan. Mata kuliah struktur bangunan termasuk dalam kelompok pendukung.

Namun sampai saat ini integrasi antar kelompok mata kuliah masih belum berjalan dengan baik. Hal ini nampak dari rendahnya kemampuan mahasiswa dalam mengintegrasikan pengetahuan mata kuliah pendukung (sintesis) pada saat melakukan perancangan.

Dari dokumen evaluasi kurikulum Jurusan Arsitektur ditemukan masalahnya terletak pada:

1. Pengajaran mata kuliah-mata kuliah masih berorientasi pada pendekatan subyek, tidak sejalan dengan pendekatan kurikulum interdisiplin.

Oleh karena itu:

2. Rancangan pengajaran lebih mengutamakan isi pengajaran, sedangkan pengorganisasian isi pengajaran belum mendapat perhatian yang serius.

II. Pengajaran struktur bangunan di Petra (sebagai mata kuliah pendukung merancang).

Sebelum memecahkan masalah diatas, perlu dicermati kembali tujuan dan isi mata kuliah struktur bangunan.

Tujuan umum pengajaran struktur menurut kurikulum Petra:

- Mendukung perancangan, yaitu memberikan "pemahaman" struktur agar mahasiswa mampu melakukan perancangan dengan menerapkan prinsip struktur dan teknologi secara inovatif.



- Meningkatkan dan memperluas wawasan pengetahuan struktur dan konstruksi bangunan.

Menurut Nasution (1999)¹², ada dua hal pokok yang harus dipertimbangkan dalam merancang pengajaran, yaitu 1) isi pengajaran dan 2) pengorganisasian bahan pengajaran.

1. Isi pengajaran:

Sejak kurikulum 1981 diberlakukan mata kuliah Struktur Bangunan merupakan penyatuan dari beberapa mata kuliah (fusi), yaitu: mekanika teknik, konstruksi bangunan, konstruksi kayu, konstruksi beton, konstruksi baja, ilmu bahan. Sebagai mata kuliah “baru”, struktur bangunan bukan merupakan hasil penjumlahan (kumulatif) dari mata kuliah-mata kuliah diatas, tapi merupakan perpaduan dari mata kuliah-mata kuliah tersebut dan mempunyai tujuan belajar sendiri, seperti yang diungkapkan diatas.

Dengan posisi struktur bangunan sebagai kelompok mata kuliah pendukung merancang, maka untuk merancang isi pengajaran struktur perlu ditinjau terlebih dahulu apa yang dibutuhkan perancangan dari struktur bangunan dan kapan pengetahuan struktur bangunan diperlukan dalam proses perancangan.

Ada dua kemampuan yang perlu dikuasai mahasiswa dalam perancangan, yaitu kreativitas dan kemampuan mengevaluasi rancangan, oleh karena itu dibutuhkan pengetahuan-pengetahuan yang dapat menstimulasi penemuan dan menguji hipotesa (Aditjipto, 2002)². Proses perancangan merupakan rangkaian perubahan konseptual/ loncatan kreatif (Aditjipto, 2002)², dengan demikian proses perancangan merupakan proses yang dinamis dan berkembang terus sampai perancang memutuskan untuk berhenti.

Dengan proses perancangan yang demikian itu, maka kebutuhan pengetahuan struktur bangunan pada saat mahasiswa melakukan perancangan adalah acak, tidak berurutan sesuai dengan kebutuhan masing-masing mahasiswa. Semakin jelas bahwa pendekatan kurikulum berdasar subyek (saja) tidak relevan untuk mengintegrasikan pengajaran struktur dengan perancangan.

Isi pengajaran Struktur Bangunan dapat dikelompokkan dalam dua kelompok:



1.1 Struktur sebagai penyalur beban.

Struktur mempelajari bagaimana beban: beban hidup, beban mati, beban angin, beban gempa, beban termal, dll disalurkan melalui semua komponen struktural menuju ke tanah, bagaimana beban beban tersebut ditransformasikan menjadi gaya gaya dalam pada semua komponen dan *joint/* sambungan struktural, bagaimana kemampuan/ kekokohan semua komponen dan *joint* struktural tersebut menahan gaya gaya dalam tersebut dan memenuhi persyaratan persyaratan struktur.

Konstruksi bangunan dengan material material: kayu, baja, beton mempelajari bagaimana bangunan didirikan, mencakup: metode membangun, teknologi bahan, penggunaan peralatan, pedetilan sambungan sambungan konstruksi dll.

1.2 Struktur sebagai bagian integral dalam perancangan arsitektur.

Unsur unsur arsitektur menurut Vitruvius: Utilitas – Firmitas – Venustas atau kegunaan – kekuatan – keindahan, arsitektur dibentuk oleh ketiga elemen tersebut sebagai satu kesatuan yang utuh/ terintegrasi. Struktur dan konstruksi bangunan yang merupakan unsur kekuatan diposisikan sebagai salah satu elemen arsitektur.

Belajar struktur dalam konteks ini melihat struktur secara luas sebagai bagian integral dalam arsitektur, sehingga struktur ikut berperan dalam proses perancangan sebagai salah satu elemen pembentuk arsitektur. Detil-detil konstruksipun bisa diperlakukan sebagai detil arsitektural (tektonika).

Kadar kedalaman peran struktur dalam arsitektur tidak sama untuk tiap rancangan, tidak sama antar perancang satu dengan perancang lain. Angus Mc Donald membuat klasifikasi yang sangat jelas mengenai keterkaitan struktur bangunan dengan arsitektur, ditinjau dari proses perancangan¹¹:

- Struktur sebagai arsitektur
- Struktur sebagai ornamen
- Ornamentasi struktur
- Struktur sebagai penghasil bentuk
- Struktur yang diabaikan



Struktur sebagai arsitektur dan struktur sebagai ornamen menempatkan struktur sebagai elemen arsitektur yang dengan sengaja diekspos dan mempunyai peran estetis yang dominan. Untuk bisa ber-estetika lewat struktur, maka hal hal dasar seperti pemahaman dan prinsip sistem struktur, stabilitas, penataan elemen struktural dan lain-lain sudah harus dikuasai dengan baik oleh mahasiswa, disamping itu pemahaman statika, konstruksi dan material bangunan sangat dibutuhkan, agar mahasiswa mampu memanfaatkan pemahamannya itu sebagai stimulus temuan/ rancangan untuk berinovasi, dan sekaligus untuk mengevaluasi hasil rancangannya. Hal ini hanya akan dapat dicapai kalau subyek (isi bahan-bahan pengajaran) diorganisasikan dengan menggunakan metode yang sesuai.

2. Pengorganisasian bahan pengajaran:

Organisasi (Ali 1992) atau pendekatan (Nasution 1999) merupakan cara menyusun bahan-bahan atau pengalaman belajar yang ingin dicapai.

Problem-based learning (PBL) dapat menjadi jawaban dari tujuan pengajaran diatas, karena PBL merupakan salah satu pendekatan pengajaran yang sesuai untuk mempelajari kapabilitas, dari pada sekedar belajar menguasai pengetahuan³ dan untuk belajar secara mendalam (*deep learning*)⁷.

PBL adalah pendekatan belajar yang berorientasi kepada mahasiswa (*Student-Centered Learning*). Mahasiswa dihadapkan pada problem praktek yang harus dipecahkan, usaha untuk memecahkan problem tersebut akan memacu mahasiswa menggali terlebih dahulu problem tersebut secara mendalam, sehingga mereka dapat memutuskan apa yang harus mereka pelajari untuk dapat memecahkan problem yang dihadapi tersebut, ini berarti mengajarkan bagaimana belajar (*learning how to learn*).

Prinsip PBL adalah mengaktifkan pengetahuan yang sudah dimiliki mahasiswa sebelumnya (*prior-knowledge*) melalui problem, mendalami pengetahuan melalui diskusi dan refleksi untuk memantapkan pengalaman belajar⁶.

Beberapa karakteristik PBL⁵:

- Open-ended, tidak terbatas pada satu jawaban yang benar, dihubungkan dengan pengetahuan yang telah dipelajari, issue yang kontroversial sehingga dapat memunculkan opini yang berbeda beda.



- Sasaran (dari isi pengajaran) diintegrasikan dalam problem, menghubungkan pengetahuan sebelumnya pada konsep baru, dan menghubungkan pengetahuan pada konsep pelajaran lain dan/ atau disiplin lain
- Bentuk problem harus tidak terstruktur dengan baik (*ill structured*)⁴
- Kerja ko-operatif dari para mahasiswa dalam kelompok kecil yang mempunyai akses pada seorang tutor dan atau nara sumber lain yang dapat memfasilitasi proses belajar.

Melalui pendekatan PBL, bahan pengajaran struktur bangunan bisa diorganisasikan (isi, urutan dan metode) sesuai kebutuhan mahasiswa, dan problem yang dipilih harus bisa mengakomodasikan hal ini.

Dengan tujuan meningkatkan kemampuan mengintegrasikan struktur bangunan dalam perancangan, maka problem ditetapkan berupa perancangan bangunan, artinya mahasiswa belajar struktur melalui proses perancangan bangunan. Belajar dengan PBL tidak mengejar sebanyak mungkin bahan yang diajarkan, tetapi mengembangkan belajar yang lebih dalam (*deep learning*)⁷. Bahan yang tidak dibahas diharapkan bisa dipelajari sendiri oleh mahasiswa karena mereka telah mengalami bagaimana cara belajar (*learn how to learn*).

Tugas perancangan difokuskan pada pengintegrasian bentuk-struktur-material dan konstruksi, parameter perancangan yang lain tidak dituntut untuk dipikirkan secara mendalam dengan harapan proses integrasi struktur dalam perancangan bisa dilakukan dengan lebih tajam.

Pengorganisasian (bahan, urutan, metode) bisa mengadopsi pelatihan studio perancangan arsitektur. Joyce M L (2002) mengungkapkan dalam tulisannya: “*design-related research: a way to study architectural design*” bahwa studio perancangan bukan tiruan dari praktek perancangan (professional), dalam studio perancangan fokus lebih kepada belajar isu spesifik, bukan simulasi perancangan seperti dalam praktek.

Proyek dalam studio perancangan bisa difokuskan pada satu aspek dari proses perancangan yang didasarkan pada parameter parameter perancangan, bisa selektif tidak holistik seperti dalam praktek. Hal ini memberi kesempatan mahasiswa untuk melihat bagaimana satu kriteria perancangan bisa dipecahkan tanpa harus mengikuti seluruh kebutuhan yang kompleks. Studio perancangan



dapat dimanfaatkan sebagai wadah melatih kemampuan merancang dan melakukan riset.

Riset dan perancangan saling melengkapi dan saling memperkaya. Hubungan antara perancangan dan riset dinyatakan oleh Frieling (2000)¹⁰ dalam "the context sensitivity", konteks terdiri dari hal hal yang berada diluar obyek rancangan.

Tabel *context sensitivity* dari Frieling:

<i>CONTEXT</i>	<i>OBJECT</i>	
	<i>DETERMINED</i>	<i>VARIABLE</i>
<i>DETERMINED</i>	<i>1. Design Research</i>	<i>2. Studying Design</i>
<i>VARIABLE</i>	<i>3. Typological Research</i>	<i>4. Designing Study</i>

Sumber: Joyce M I aurens., Design-Related Reasearch: *A Way To Study Architectural Design*, daiam The Design Studio, Petra Christian University, Surabaya 2002

Konteks merupakan semua hal yang berada diluar obyek. Dalam pengajaran struktur, yang dimaksud dengan obyek bisa berupa tugas perancangan (mengintegrasikan: struktur/konstruksi-bentuk-ruang), sedangkan konteks bisa berupa: tema, batasan penggunaan material tertentu dan lain-lain. Pemilihan konteks didasarkan pada bahan pengajaran dan kemampuan yang diharapkan (oleh dosen) untuk dipelajari oleh mahasiswa.

III. Studi kasus: Struktur Bangunan AR 611.

Mata kuliah ini merupakan mata kuliah pilihan pendalaman struktur bangunan semester 6, dengan bobot 4 sks. Mata kuliah ini boleh diikuti oleh mahasiswa setelah lulus semua mata kuliah struktur AR 110 s/d AR 510.

Pengajaran AR 611 menerapkan pendekatan PBL dan sebagai problem diberikan rangakaian tugas perancangan dengan konteks tertentu. Problem perancangan yang diberikan terbatas pada integrasi struktur/konstruksi-bentuk-ruang. Sasaran rancangan yang diharapkan dari tugas ini bukan rancangan yang



optimal (dari semua aspek yang terkait dengan rancangan), tapi hasil yang maksimal (dari beberapa aspek yang difokuskan dan konteks yang diberikan).

Metode belajar mengajar: diskusi, eksplorasi kepustakaan, pemecahan masalah melalui perancangan, ceramah.

Dalam studi kasus ini akan dibahas 3 tugas AR 611, yaitu: A) tugas AR 611 semester ganjil 2002/2003, B) tugas AR 611 semester genap 2002/2003 dan C) tugas AR 611 semester ganjil 2004/2005.

A. Tugas AR 611 Semester Ganjil 2002/ 2003

Problem:

Rancang sebuah gedung pameran pada lokasi yang ditentukan (peta dicari oleh mahasiswa). Ruang pameran dibagi menjadi 2 (dua) lantai dengan luas total kurang lebih 1500 m² sampai 2000 m². Gedung tersebut harus dapat disewa untuk berbagai pameran barang barang konsumtif (yang dibutuhkan oleh pribadi/keluarga), mulai dari kosmetik sampai mobil pribadi/ keluarga. Pemilik mempunyai obsesi tertentu terhadap material konstruksi yang harus dipakai pada gedung tersebut, yaitu:

1. Pasangan batu: bata, atau blok beton, atau batu alam
2. Kayu

Tiap kelompok diminta membuat rancangan dengan salah satu material diatas.

Tugas dibagi dalam 4 tahapan:

Tahap 1: penggalan problem, tugas kelompok (5 sampai 6 mahasiswa).

Tujuan: memantapkan *prior-knowledge*, yaitu memahami lebih dalam mekanika gaya pada struktur, melalui proses penggalan problem inti.

Tahap 2: penggalan alternatif ide (tugas perorangan)

Tujuan: mengembangkan pemahaman sifat sifat mekanis material konstruksi dan mekanika gaya pada struktur melalui proses mencari ide, melatih kemampuan berpikir "alternatif" (tidak sekedar "biasanya"), kemampuan memecahkan masalah struktur.

Tahap 3: pemilihan dan pengembangan alternatif (perorangan atau berpasangan sampai akhir tugas)

Tujuan: kemampuan mengambil keputusan dan mengintegrasikan struktur, bentuk dan ruang/fungsi.



Tahap IV, rancangan skematik.

Tujuan: kemampuan mengembangkan alternatif ide menjadi rancangan skematik, memecahkan masalah konstruksi bangunan untuk mempertanggung jawabkan ide yang dikembangkan pada tahap sebelumnya, kemampuan memperkirakan dimensi konstruksi secara kasar, mengembangkan detail detail konstruksi terkait dengan sistem strukturnya, mengkomunikasikan proses perancangan.

B. Tugas AR 611 semester genap 2002 / 2003

Problem:

Telusurilah seberapa jauh struktur dan konstruksi bangunan dari rancangan terlampir dapat dirubah (diambil dari tugas semester sebelumnya: "*anti-butress*"). Perubahan tersebut mencakup: tata letak, atau bentuk, material dari elemen elemen struktural bukan batu. Diminta prinsip kerja struktur dalam mendukung gaya gaya tidak berubah. Buat skematik disain alternatif terpilih.

Proses belajar dibagi 3 tahapan:

Tahap 1: tahap pengantar (tugas kelompok yang terdiri 5 sampai 6 orang)

Tujuan 1: memantapkan *prior-knowledge*, yaitu pemahaman lebih dalam mekanika gaya pada struktur, melalui proses penggalian problem inti. Penggalian problem inti melalui pemahaman dan pendalaman struktur dan konstruksi dari kasus rancangan yang diberikan, yaitu: "*anti-butress*".

Tahap 2: penggalian dan pemilihan alternatif rancangan (tugas perorangan atau pasangan)

Tujuan 2: mempertajam pemahaman sifat sifat mekanis material konstruksi dan mekanika gaya pada struktur melalui proses mencari ide bentuk bangunan, melatih kemampuan berpikir "alternatif" (tidak sekedar "biasanya"), kemampuan memecahkan masalah struktur.

Tahap 3: pengembangan alternatif terpilih dan rancangan skematik.

Tujuan 3: kemampuan mengintegrasikan struktur, bentuk dan fungsi, kemampuan memecahkan masalah konstruksi bangunan untuk mempertanggung jawabkan ide yang dikembangkan pada tahap sebelumnya, kemampuan memperkirakan dimensi konstruksi secara kasar, mengembangkan detail detail konstruksi terkait dengan sistem strukturnya, mengkomunikasikan proses perancangan.



C. Tugas AR 611 semester gasal 2004/ 2005

Problem (dibagi 3 tahapan, diberikan per tahap):

Problem pada tugas ini terdiri dari 3 problem yang dirancang sebagai rangkaian yang saling terkait.

Problem 1: problem pengantar (tugas kelompok 5 sampai 6 mahasiswa).

Cari studi kasus bangunan yang menggunakan struktur furnikular. Analisislah mekanika gaya dalam yang bekerja dalam struktur bangunan furnikular tersebut.

Tujuan 1: memantapkan *prior-knowledge*: pemahaman lebih dalam mekanika gaya pada struktur furnikular dan non furnikular, pemahaman "hirarki tingkat keterkaitan" dalam hubungan struktur dan arsitektur dalam proses perancangan.

Problem 2: ide rancangan (perorangan atau berpasangan).

Dari kasus bangunan dengan struktur furnikular pada tahap I, "belah"lah struktur tersebut ditempat yang sangat berpengaruh terhadap berdirinya struktur tersebut, dan hilangkan salah satu bagian belahannya. Gali alternatif bentuk dan sistem struktur gantikan bagian yang dihilangkan tersebut dengan menggunakan struktur dan konstruksi yang berbeda, sehingga menghasilkan sebuah konfigurasi bentuk yang baru. Buat usulan fungsi bangunan yang bisa ditampung dalam struktur dan bentuk yang terpilih dan tentukan lokasinya. Pemilihan fungsi bangunan ini dipikirkan sebagai kesatuan dalam proses kreatif.

Tujuan 2: kemampuan berpikir alternatif, mengembangkan pemahaman mekanika gaya pada struktur melalui proses menggali ide bentuk bangunan, sadar akan integrasi struktur-bentuk-(fungsi)ruang, dan sadar adanya keterkaitan dengan lingkungan.

Problem 3: rancangan skematik (perorangan atau berpasangan).

Kembangkan rancangan sesuai fungsi bangunannya sehingga tercapai integrasi bentuk, ruang, struktur- konstruksi yang baik. Rancang pemecahan detail konstruksi.

Tujuan 3: kemampuan mengintegrasikan struktur, bentuk dan fungsi, kemampuan memecahkan masalah konstruksi bangunan untuk mempertanggung jawabkan ide yang dikembangkan pada tahap sebelumnya, kemampuan memperkirakan dimensi konstruksi secara kasar, mengembangkan detail detail



konstruksi terkait dengan sistem strukturnya, mengkomunikasikan proses perancangan.

Sumber informasi bagi mahasiswa sangat luas, tidak terbatas pada bahan kuliah saja, informasi bisa dicari pada: literatur, majalah/ journal ilmiah, browsing internet, tutor (bertindak sebagai nara sumber), tutor tamu (dosen perancangan dan dosen teknik sipil) dan lain-lain.

Uraian:

1. Problem:

Ketiga kasus A, B dan C memberikan problem yang tidak terstruktur dengan baik sejalan dengan prinsip PBL, mahasiswa "dipaksa" memahami problem inti rancangan sebelum bisa melakukan perancangannya.

Mahasiswa tidak akan bisa melakukan penggalan problem dengan kepala kosong. Untuk melakukannya dibutuhkan penguasaan yang memadai beberapa konsep dan prinsip struktur dan konstruksi. Dalam tiga kasus diatas proses penguasaan pengetahuan diorganisasikan dengan membuaai tahapan tahapan tugas secara berjenjang.

2. Bentuk tugas:

Tugas A berupa 1 tugas besar dengan target-target antara berupa tahapan proses. Untuk mulai tahap awal mahasiswa tidak diberikan acuan sama sekali, hanya diminta menggali problem inti, dengan demikian mahasiswa mengalami masa bingung pada awal proses.

Proses ini disengaja dengan harapan mahasiswa secara aktif menemukan apa yang harus mereka lakukan. Dengan melalui proses brainstorming, diskusi dan pengarahan mahasiswa bisa menemukan problem inti tersebut, proses ini memakan waktu yang cukup panjang.

Tugas B merupakan 'kelanjutan" dari tugas A, juga terdiri dari 1 tugas besar dengan target-target antara, tugas ini menggunakan tugas A sebagai kasus studi awal. Dengan adanya studi kasus mahasiswa tidak bingung mengenai apa yang harus dikerjakan dan bisa langsung memulai proses belajarnya sejak awal. Proses mempelajari kasus dilalui dengan analisis, presentasi, diskusi dan pengarahan.



Tugas C terdiri dari 3 tugas yang merupakan rangkaian. Dengan tugas ini mahasiswa tidak bingung soal apa yang harus dikerjakan. Proses dilalui dengan melakukan eksplorasi kepustakaan, presentasi, diskusi dan pengarahan.

Bentuk tugas B dan tugas C membutuhkan waktu yang lebih sedikit dibandingkan tugas A pada proses awal.

Hasil belajar proses awal dari ke-tiga tugas: A, B dan C, menjadi *prior-knowledge* yang akan “diaktifkan” pada saat proses perancangan dan akan menjadi stimulus temuan/ide.

3. Proses kreatif (tugas tahap 2):

Mengaktifkan *prior-knowledge* dalam proses kreatif bukan hal yang mudah, tahap ini selalu menjadi masa paling sulit bagi mahasiswa, hal ini terjadi pada tiap tugas. Konteks yang diberikan dan proses diskusi sangat berperan bagi munculnya ide-ide inovatif/kreatif, semakin “provokatif” konteks yang diberikan dan pancingan pertanyaan dari tutor pada saat diskusi, peluang muncul ide yang inovatif semakin besar. Hasil dari tiap tugas ternyata selalu muncul karya-karya inovatif, tapi kadar inovasi yang muncul dari tugas B paling rendah, hal ini terkait dengan obyek dan konteks yang diberikan. Dalam tugas B mahasiswa hanya diminta untuk menggali varian dari salah satu hasil tugas A.

4. Kedalaman hasil belajar:

Belajar struktur melalui perancangan pada AR 611 menunjukkan tingkat kedalaman hasil belajar yang relatif baik. Kalau dibandingkan, tingkat kedalaman belajar tugas A relatif kurang dibanding dari tugas B dan C. Hal ini dikarenakan proses awal yang cukup banyak menyita waktu, selain itu mahasiswa belum terbiasa dengan proses menggali problem terlebih dahulu tanpa panduan.

5. Bahan pengajaran:

Pada dasarnya ada 2 kelompok bahan pengajaran:

5.1 Bahan pengajaran yang termasuk ide dasar pengajaran AR 611, yaitu: tata letak elemen struktural, stabilitas geometri struktur, dasar-dasar statika, dasar-dasar perencanaan struktur, pengaruh lingkungan terhadap struktur (hujan, angin, gempa). Bahan-bahan tersebut merupakan problem dasar yang selalu harus dipecahkan dan dievaluasi pada saat mahasiswa melakukan perancangan maupun pada saat presentasi dan diskusi di kelas.



5.2 Bahan lain berkembang sesuai dengan sistem struktur yang dirancang oleh tiap mahasiswa/ pasangan mahasiswa. Dengan tiap mahasiswa memunculkan alternatif ide rancangan yang beragam dan selalu didiskusikan dalam kelas, maka bahan yang dipelajari tiap mahasiswa menjadi beragam juga.

6. Ide rancangan dan bahan pengajaran:

Tugas A menghasilkan ide-ide rancangan bangunan dengan struktur/konstruksi, antara lain: "anti-buttrass" pasangan batu, konstruksi kayu-*prestressed*, *hypar* kayu.

Bahan yang dipelajari dari rancangan "anti-buttrass" pasangan batu mencakup: konstruksi *buttrass*, sifat mekanis batu, busur, struktur tekan, geser pada pasangan batu, proses konstruksi. Karena konstruksi utama bangunan dari pasangan batu, maka pengaruh gempa menjadi penting untuk dibahas. Karena konstruksi atap menggunakan kabel dan pasangan batu, bahan yang dipelajari bertambah dengan: sifat mekanis baja, batang tarik, proses konstruksi, *prestress*.

Bahan yang dipelajari dari rancangan konstruksi kayu-*prestressed* mencakup: prinsip *prestress* pada konstruksi beton, baja dan kayu, sifat mekanis kayu dan baja, konstruksi kayu lapis, batang tekan dan knik, batang tarik, prinsip sambungan kayu.

Bahan yang dipelajari dari rancangan konstruksi *hypar* kayu mencakup: prinsip shell antiklastik dan sinklastik, geometri *hypar*, sifat material kayu, konstruksi *hypar* kayu, batang tekan, batang tarik, geser, detail sambungan kayu.

Dari dua bahan kayu dan batu, mahasiswa langsung dihadapkan pada perbedaan yang sangat ekstrim antara konstruksi batu dengan konstruksi kayu: berat konstruksi vs. gempa, batang tekan gemuk dan batang tekan langsing, penataan stabilitas struktur, proses konstruksi dan lain-lain.

Untuk mengajarkan mekanika-teknik masih diperlukan kuliah dalam bentuk ceramah, waktu yang dijadwalkan untuk ceramah kurang lebih 1/5 dari total jadwal perkuliahan. Pengajaran mekanika-teknik (statika) dan dasar dasar perancangan-struktur (*structural-design*) bukan untuk mempertanggung jawabkan kekuatan dan kekakuan struktur karena ini termasuk bidangnya teknik sipil.

Tujuan mahasiswa arsitektur mempelajarinya adalah untuk lebih memahami bagaimana logika komponen komponen struktur dan *joint-joint*



struktur bekerja menyalurkan dan menahan gaya-gaya, bagaimana hal itu bisa berpengaruh pada logika bentuk, bagaimana detil bisa dimanipulasi sebagai elemen estetika, seberapa besar kemungkinan dimensi dst. Yang dipelajari lebih pada metoda pendekatan yang sederhana. Belajar mekanika teknik sambil melakukan perancangan seperti ini lebih menyenangkan bagi mahasiswa, karena mereka menyadari akan keterkaitannya dengan rancangan yang dibuat.

Tugas B menghasilkan ide-ide rancangan bangunan dengan sistem struktur *anti-butress* seperti tugas A, dengan material konstruksi: beton betulang, kayu dan baja. Bahan yang dipelajari adalah sistem struktur *buttress* dan “*anti-butress*”, konstruksi kayu/ kayu lapis majemuk, beton. baja . Tingkat kedalaman pada dasarnya sama dengan tugas A. Tugas ini sangat sulit bagi yang mendapatkan material kayu maupun baja, karena material tersebut sangat ringan dibanding dengan batu, padahal prinsip *buttress* mengandalkan berat batu. Ini salah satu bentuk “provokasi” yang membutuhkan gagasan yang kreatif.

Ada tiga kemungkinan hasil dari problem seperti ini: 1) tidak menemukan ide dan sampai pada kesimpulan “tidak mungkin” atau 2) menemukan ide yang biasa-biasa atau 3) menemukan ide yang sangat inovatif/ kreatif. Kalau toh hasilnya yang pertama, hal itu tidak mengurangi tingkat kedalaman belajar.

Tugas C menghasilkan ide-ide rancangan bangunan dengan struktur/ konstruksi, antara lain: ”busur dan anak panah”, struktur busur dan kabel , struktur busur dan shell, “*hypar*” rangka baja.

Bahan yang dipelajari adalah struktur furnikular, perilaku gaya-dalam, busur baja, busur beton, struktur kabel, batang tekan dan knik, batang tarik, konstruksi rangka baja, geometri *hypar*, shell sinklastik, shell antiklastik, shell beton, batang terlentur (untuk menegaskan perbedaannya dengan struktur furnikular), dasar perancangan-struktur.

Problem tugas ini sangat kontroversial, hal ini memaksa mahasiswa belajar lebih dalam struktur-struktur furnikular sebelum melakukan “pembelahan”, penggalan alternatif ide dengan demikian menjadi ilmiah. Hasilnya memunculkan karya karya yang inovatif.



7. Organisasi pengajaran: perancangan dan riset.

Apabila tiga kasus diatas diterapkan dalam "table context sensitivity" nya Frieling (2000), diperoleh 2 model belajar yang berbeda:

CONTEXT	OBJECT	
	DETERMINED	VARIABLE
DETERMINED	1.Design Research	2. Studying Design • TUGAS A • TUGAS C
VARIABLE	3. Typologycal Research • TUGAS B	4. Designing Study

Sumber: Laurens, Joyce M, Design-Related Reasearch: *A Way To Study Architectural Design*, dalam The Design Studio, Petra Christian University, Surabaya 2002

Tugas A: Studying Design, mahasiswa melakukan perancangan seperti dalam tugas merancang dengan obyek belajar variabel, dengan konteks ditetapkan yaitu: material kayu dan pasangan batu. **Tugas B:** Typologycai Research, mahasiswa melakuakan perancangan dengan obyek yang sudah ditetapkan konteks variabel. Apabila tugas macam ini diteruskan pada semester semester berikutnya bisa menghasilkan tipologi bentuk struktur "anti-butress". **Tugas C:** Studying Design, pada prinsipnya sama dengan tugas A

Pengalaman AR 611 menunjukkan bahwa pengajaran dapat diorganisasikan dengan bermacam-macam cara, misalnya dengan memilih salah satu model dari tabel Frieling diatas. Dengan model pengajaran ini, mahasiswa dimungkinkan melakukan perancangan atau riset. Hasil yang telah dicapai menunjukkan ada temuan-temuan yang inovatif, bukan merupakan hasil dari penerapan prinsip yang sudah baku, sehingga "terbuka" untuk diuji atau disangkal oleh orang lain. Dengan demikian karya rancangan mahasiswa AR 611 dapat disetarakan dengan hasil riset.

Design research belum dicoba pada AR 611, model ini menetapkan obyek dan konteks, artinya rancangan sudah ada, mahasiswa tidak diminta untuk merubah rancangan tersebut. Riset bisa berupa evaluasi, atau bedah kasus,

cat. di Joyce
bisa
Design
Research
↓
obyek
&
konteks
ditetapkan



misalnya menelusuri proses perancangan, keterkaitan struktur dengan arsitektur, dan lain-lain (*case-based*).

Designing Study juga belum dicoba pada AR 611, bisa berbentuk riset, misalnya: bagaimana mengintegrasikan struktur dalam arsitektur dari berbagai kasus disain, seperti yang dilakukan oleh Angus Mc Donald yang menghasilkan beberapa klasifikasi seperti yang diuraikan diatas.

Urutan bahan atau isi pengajaran tidak harus mengikuti urutan tertentu. Hal ini dapat dilihat pada tabel diatas, tugas A dan tugas C berada dalam satu kotak dalam tabel tersebut, tapi urutan isinya berbeda, sedangkan tugas B yang berada dalam kotak berbeda tapi urutan materinya sama dengan tugas C.

Tugas A: material konstruksi – sistem struktur dan bentuk struktur.

Tugas B: sistem struktur dan bentuk – material – sistem struktur dan bentuk

Tugas C: sistem dan bentuk – material – sistem struktur dan bentuk.

IV. Kesimpulan:

- Rancangan belajar seharusnya diorganisasikan dengan mengacu pada pendekatan kurikulum, dengan kurikulum *core* mata kuliah menjadi saling berhubungan, sehingga tidak bisa dirancang terbatas hanya pada subyek saja.

- PBL memberi peluang bagi mahasiswa untuk mengembangkan pengetahuannya secara mandiri, secara dalam dan belajar seumur hidup (*live long learning*). Dalam PBL selain ranah kognitif, ranah afektif dan bekerja secara kooperatif juga terbina, hal ini karena didukung dengan metode presentasi verbal dan diskusi. Ranah afektif dinilai pada saat presentasi dan diskusi.

- Metode ceramah tetap relevan untuk pengajaran tertentu, AR 611 menggunakan metode ini dengan porsi yang kecil, khususnya untuk pengajaran mekanika teknik. Bahan pengajaran mekanika teknik disesuaikan dengan kebutuhan tiap mahasiswa/ pasangan mahasiswa, sesuai dengan rancangan yang mereka buat. Pengajaran mekanika teknik yang dikaitkan dengan rancangan yang dibuat oleh mahasiswa lebih menarik, karena kebutuhan belajar nampak kegunaannya dan ada rasa ingin tahu.

- Merancang ternyata efektif untuk belajar struktur dan konstruksi bangunan apa bila diorganisasikan dengan baik. Diperlukan problem yang



“provokatif” untuk mendorong munculnya ide ide kreatif/ inovatif, hal ini nampak dari hasil tugas ini yang ternyata menghasilkan karya karya inovatif. Melalui perancangan mahasiswa bisa mendapatkan bahan pengajaran yang dalam, yang memang dibutuhkan alam perancangan. Keluasan bahan pengajaran didapatkan pada saat proses presentasi dan diskusi.

- Problem perancangan dalam AR 611 difokuskan pada sebagian dari parameter teknis, tidak semuanya, sehingga rancangan menjadi fokus pada pemecahan struktur – konstruksi – material – bentuk – ruang. Hasil yang diharapkan dari tugas seperti ini bukan hasil yang optimal (dari banyak aspek secara keseluruhan) tapi hasil yang maksimal (dari beberapa aspek sesuai konteks). Ternyata hal ini menghasilkan ide ide rancangan yang inovatif dan mempunyai nilai temuan.

- *Prior-knowledge* merupakan bekal yang sangat dibutuhkan oleh mahasiswa untuk “diaktifkan” pada saat proses kreatif.

...“semakin banyak yang telah anda lihat, alami dan serap, semakin banyak referensi penting yang anda miliki untuk membantu menentukan arah mana yang akan diambil: kerangka referensi anda akan bertambah luas”... (Herman Hertzberger 1991)

Untuk memantapkan *prior- knowledge* ini, dalam pengajaran AR 611 tugas dibuat berjenjang, yaitu: tahap pengantar atau tahap pendalaman teori melalui problem, tahap kreatif atau penggalian alternatif ide, dan tahap perancangan rancang skematik atau tahap pemantaban.

Prior- knowledge bukan sekedar pengetahuan yang pernah didapat dari perkuliahan sebelumnya, pengetahuan perlu digali dari berbagai sumber, misalnya dari majalah, journal, melihat dan mengalami bangunan, browsing internet, nara sumber (tutor termasuk salah satu nara sumber) dsb. Yang penting bagaimana mahasiswa menanggapi dan merekam apa yang dibaca, dilihat dan dialami sehingga menjadi referensi yang berguna dalam perancangan.

- Proses paling sulit dalam proses belajar ini adalah proses kreatif, yaitu penggalian alternatif ide. Diperlukan masukan-masukan berupa pertanyaan pertanyaan kritis yang bersifat pancingan yang “provokatif” untuk mendorong agar muncul alternatif ide yang inovatif/ kreatif. Untuk ini sangat dibutuhkan kesiapan dan kematangan tutor



- Dengan model belajar AR 611, tidak otomatis kemampuan mahasiswa mengintegrasikan struktur dalam perancangan sudah mantap. Sebagai bagian dari kurikulum yang menggunakan pendekatan interdisiplin (kurikulum core), AR 611 tidak berdiri sendiri, rancangan belajar semua mata kuliah yang saling terintegrasi perlu dirancang secara terpadu, mulai dari tingkat terendah sampai tingkat akhir.

Terutama sekali studio perancangan arsitektur yang menjadi *inti* kurikulum perlu diorganisasikan dengan mengintegrasikan mata kuliah-mata kuliah yang terkait.

- Pengajaran dengan pendekatan PBL yang diterapkan pada AR 611 bisa berjalan dengan relatif baik pada AR 611 dikarenakan AR 611 merupakan mata kuliah pilihan dengan kelas kecil, jumlah mahasiswa sedikit rata-rata 15 mahasiswa per semester, selain itu kemungkinan besar mahasiswa yang mendaftar AR 611 memang punya minat terhadap struktur dan konstruksi.

- Kesimpulan diatas menunjukkan bahwa ada ruang gerak yang luas bagi para pengajar untuk mengorganisasikan pengajarannya.

Referensi

1. Ali, Mohamad. *Pengembangan Kurikulum Di Sekolah*. Bandung. Penerbit Sinar Baru. 1992
2. Aditjipto, Mark I. *Studi perancangan Arsitektur*. Bbgrafik. Surabaya. 2002
3. Aditjipto, Mark I. *Penggunaan Case-Based & Problem-Based Learning Dalam Pendidikan Arsitektur*. dalam prosiding seminar Nasional Pendidikan Arsitektur Meniti Masa Depan. Jurusan Arsitektur FT UI, Depok Jakarta. 2000.
4. Camp, Gwendy. *Problem-Based Learning: A Paradigm Shift or A Passing Fad?*. The University of Texas Medical Branch, 1996. <http://www.utmb.edu/meo/f0000003.html>
5. Duch, Barbara J. *Centre for Teaching Effectiveness. Problem: A Key Factor In Problem- Based Learning* <http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html>
6. Finucane, Paul M, Johnsin, Steve M, Prideaux, David. *Medical Education. Problem-Based Learning: Its Rationale And Efficacy*, School of Medicine. Faculty of Health Science. Flinders University of South Australia, Adelaide, SA (07/08/98) http://som.flinders.edu.au/html/courses/gemp/gemptext/pbl_staff.html
7. Greening, Tony, School of Information Technology and Mathematical Sciences The Univ of Ballarat, Australia . SCAFFOLDING forSUCCESS in PBL. <http://www.med-ed- online.org/f0000012.htm>
8. Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Kristen Petra Surabaya. *Buku Pedoman Jurusan Arsitektur*, 2001
9. Maer, Bisatya dan Hendrayani, Esterlita Devi. *Problem-based dan Case-Based Learning dalam pengajaran struktur*, dalam Prosiding Konferensi Nasional



Struktur dan Konstruksi Bangunan dalam Arsitektur: Kemajemukan dan Keterpaduan. UK Petra 2002.

10. Laurens, Joyce M, Design-Related Research: *A Way To Study Architectural Design*, dalam *The Design Studio*. Petra Christian University, Surabaya 2002

11. Macdonald, Angus J . *Struktur & Arsitektur* (Pariatmono, Paulus Hananto Adjie). Penerbit Erlangga 2001.

12. Nasution, S. *Kurikulum dan Pengajaran*. PT Bumi Aksara, Jakarta, 1999

13. Suparno, Paul. *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Kanisius. Yogyakarta 1997

14. Wiryawan, Sri Anitah dan Th, Noorhadi. *Strategi Belajar Mengajar*. Materi Pokok PMAK8170/3sks/modul 1-9, Jakarta, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Universitas Terbuka 1990